

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-29224

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 F 1/68				
G 0 1 P 5/12		C		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-162390

(22) 出願日 平成6年(1994)7月14日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 谷本 考司

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機

株式会社産業システム研究所内

(72) 発明者 別所 三樹生

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機

株式会社産業システム研究所内

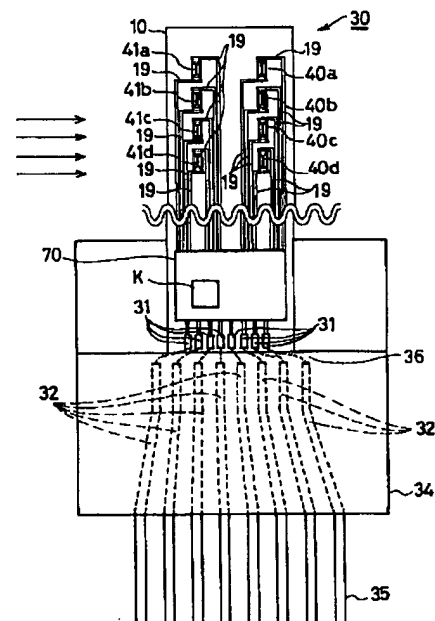
(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外2名)

(54) 【発明の名称】 流量検出装置

(57) 【要約】

【目的】 同一の半導体基板上に形成された温度検出素子および複数個の発熱素子の平均温度の差が略一定なるようにし、空気の流速検出範囲の拡大を図って、平均化した流量信号を出力可能にする。

【構成】 半導体基板10上に熱絶縁部を介して導電材料層11からなる架橋構造の発熱素子40a~40dおよび温度検出素子41a~41dを備え、少なくとも上記発熱素子40a~40dを、上記半導体基板10上に一定間隔を離して複数個並設する。



10 : 半導体基板 K : 定温度制御回路
 30 : 流量検出用チップ
 40a~40d : 発熱抵抗 (発熱素子)
 41a~41d : 温度検出用抵抗 (温度検出素子)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に熱絶縁部を介して導電材料層からなる架橋構造の発熱素子および温度検出素子を備えた流量制御装置において、少なくとも上記発熱素子が、上記半導体基板上に一定間隔を離して複数個並設されていることを特徴とする流量検出装置。

【請求項2】 半導体基板上に熱絶縁部を介して導電材料層からなる架橋構造の発熱素子および温度検出素子を備えた流量制御装置において、上記熱絶縁部が上記半導体基板上に上記架橋構造とともにエッチング形成された凹部であり、少なくとも上記発熱素子が、上記半導体基板上に一定間隔を離して複数個並設されていることを特徴とする流量検出装置。

【請求項3】 半導体基板上に熱絶縁部を介して導電材料層からなる架橋構造の発熱素子および温度検出素子を備えた流量制御装置において、上記熱絶縁部が上記半導体基板とこれの上に形成された上記導電材料層との間の犠牲層をエッチングにより除去して形成した空隙であり、少なくとも上記発熱素子が、上記半導体基板上に一定間隔を離して複数個並設されていることを特徴とする流量検出装置。

【請求項4】 複数の発熱素子のそれぞれを空気の流れ方向に対して重ならないように配置した請求項1～3に記載の流量検出装置。

【請求項5】 発熱素子および温度検出素子がそれぞれ直列または並列に複数個設けられ、該複数個の発熱素子および温度検出素子の各合成抵抗値が略一定となるように制御する定温度制御回路を設けた請求項1～3に記載の流量検出装置。

【請求項6】 定温度制御回路が複数設けられ、これらの各出力を加算平均して流量信号とする請求項5に記載の流量検出装置。

【請求項7】 複数の定温度制御回路の各出力と該各出力の加算平均値との偏差を求め、該各偏差の上記加算平均値に対する割合が設定値を超えたとき、上記出力を除外した後の加算平均値を流量信号とする演算手段を設けた請求項5に記載の流量検出装置。

【請求項8】 複数の定温度制御回路の各出力から流量変換した各流量値と該各流量値の加算平均値との偏差を求め、該偏差の上記加算平均値に対する割合が設定値を超えたとき、上記流量値を除外した後の加算平均値を流量信号とする演算手段を設けた請求項5に記載の流量検出装置。

【請求項9】 定温度制御回路が発熱素子および温度検出素子とともに流量検出用チップ上に設けられている請求項5乃至8のいずれかに記載の流量検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業用の利用分野】 この発明はエンジンの吸入空気など空気の流量を測定するのに利用する流量検出装置に関

2

するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、自動車のエンジンの電子制御式燃料噴射装置においては、空燃比制御のためエンジンへの吸入空気量を精度良く計測することが重要である。この空気流量の検出装置として、従来ペーン式のものが主流であったが、最近、小形で質量流量が得られ、応答性の良い熱式流量検出装置が普及している。

【0003】 この熱式流量検出装置は流体通路内部に設置され、電気的に加熱した発熱素子の吸気の流れによる冷却効果と抵抗値が温度に対して変化する特性を利用して、流体通路内を通過する流速や流量を検出するものである。

【0004】 また、昨今、写真製版およびエッチング等半導体製造プロセスを利用して、半導体基板上に発熱素子や温度検出素子を形成した流量検出装置が盛んに研究されており、特に、発熱素子の殆ど大部分を半導体基板と非接触状態になる架橋構造とすることによって、発熱素子から半導体基板への熱伝導損失を低減することにより、高い流量感度および高速応答特性が実現できるものが提案されている。

【0005】 そして、上記のような流量検出用チップを有する流量検出装置について記述した論文として、アール・ジー・ジョンソン (R.G. Johnson) とアール・イー・ヒガシ (R.E. Higashi) による「A High Sensitive Silicon Chip Microtransducer for AirFlow and Differential Pressure Sensing Application」, Sensors and Actuators」(11, 1987, PP63-72)があり、この論文に対応するものとして、特開昭60-142268号公報に流量検出装置の構成および流量検出用チップの構造が示されている。

【0006】 図15および図16は上記従来の流量検出用チップの断面図および平面図をそれぞれ示し、図において、28、29は1対の薄膜の温度検出素子、26はこれらの温度検出素子28、29に設けられた発熱素子、27は温度補償用の温度検出素子である。

【0007】 そして2個の温度検出素子28、29は発熱素子26の両側面に対向して配置され、さらにこれらの温度検出素子28、29および発熱素子26は、半導体基板10の上にパーマロイからなる薄膜抵抗を窒化シリコンからなる絶縁膜12、18で被覆した薄膜部材として形成されている。

【0008】 また、ここでは図15に示すように、温度検出素子28と発熱素子26の半分とからなる薄膜部材と、温度検出素子29と発熱素子26の半分とからなる薄膜部材は、半導体基板10とは熱絶縁された状態で、

3

エッチング処理などにより形成された凹部20上に配置されている。また、発熱素子26は温度検出素子27より約200℃高い一定の温度に加熱される。なお、22は開口部である。

【0009】次に動作について説明する。いま、空気流が図16の矢印A方向に流れた場合には、上流に位置する温度検出素子28はその空気により冷却されるのに対して、発熱素子26の下流側に位置する温度検出素子29は発熱素子26の熱が空気流に乗って伝わり熱せられる。

【0010】これによって温度検出素子28と29に温度差が生じ、これによるそれぞれの抵抗値の差が電圧差となって、これを流速または流量として測定することができる。

【0011】なお、温度検出素子27、28、29と発熱素子26から構成されるセンシング部は半導体基板10上に1組だけ形成される。

【0012】その他、流量検出装置のセンサに関する論文として、“ア シーモス サーマル アイソレーテッド ガス フローセンサ (“A CMOS Thermal Isolated GasFlow Sensor”)” (エム・パラメスワラン(M. Parameswaran), センサーズ アンド マテリアルズ(Sensors and Materials) 第12巻, No. 1, 1990, P P17-26) および「ファブリケーション アンド モデリング オブ シーモス マイクロブリッジ ガス フロー センサーズ (“Fabrication and modeling of CMOS microbridge gas-flow sensors”)」(ディー・モサー(D. Moser), センサーズ アンド アクチュエータズ, ピー, No. 6(Sensors and Actuators, B, No. 6), 1992, P P165-169) 等がある。

【0013】いずれもセンシング部は架橋構造からなる発熱素子および温度検出素子から構成され、発熱素子が気流により冷却され、発熱素子近傍に設けた温度検出素子の抵抗値が変化し、電圧変化が生じることを利用して流量または流速を測定する。なお、ここには明確な記載はないものの、流量検出装置は、流量検出用チップに形成した1組のセンシング部と検出回路から構成されている。

【0014】図14は流量検出装置を含む一般的なエンジンの吸気系を示すレイアウト図である。図において、83は流量検出装置で、これが流量検出用チップ30を有し、ダクト87、検出用ダクト84、および整流器82を含む吸気系に設けられ、そのダクト87が検出用ダクトのエアクリーナ81の下流側において、吸気管85に接続されている。

【0015】流量検出用チップ30の上流側には流速分布を均一化するために、例えば線径が0.2mmで、メッシュピッチが1.5mmからなる金網、あるいは格子ピッチが5mmで、厚さが10mmからなるモールド格子等の上記整流器82が配設されている。

4

【0016】また、エアクリーナ80から吸入された空気は、エアクリーナエレメント81、整流器82、流量検出用チップ30、スロットルバルブ86を通過してエンジンの吸入ポートに至る。

【0017】上記のように、従来の流量検出装置83は流量検出用チップ30の半導体基板10上に熱絶縁された発熱素子26および少なくとも1個の温度検出素子28または29からなる1組のセンシング部と図示しない検出回路とから構成されている。

10 【0018】また、発熱素子26および温度検出素子28、29は架橋構造により半導体基板10と熱絶縁され、その架橋部のサイズは厚さが約0.5~3μm、幅および長さが数10μm~数100μm程度のサイズとされている。よって流量感度が高く、また熱容量が小さいため流量変化に対する応答性も比較的良好である。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】従来の流量検出装置は以上のように構成されているので、これを自動車用エンジンの吸入空気流量検出装置として使用する場合、以下のような問題点が挙げられる。

20 【0020】(1) 一般に、流量検出装置83はエアクリーナ80の下流側に設置され、塵埃、ダスト等はエアクリーナエレメント81によりトラップされるが、サイズの小さいパーティクルはエアクリーナエレメント8を通過して流量検出用チップに至る。流量検出用チップ30上の発熱素子26や温度検出素子28、29が形成されている架橋部は非常に薄いため、架橋部へのパーティクルの付着により放熱特性が変化し、流量検出装置83で検出される流量特性の精度劣化を招く可能性がある。

30 【0021】(2) 発熱素子26と温度検出素子28、29からなるセンシング部のサイズが小さいため、流量検出装置83の上流側の流速分布の僅かな変化に対しても感度が高く、よって、流量検出用チップ30の上流側に配置された整流器82やエアクリーナエレメント81に付着したダストなどによる流速分布の変化に対しても感度が高く、流量検出装置83で検出される流量特性の精度劣化を招く。

40 【0022】(3) また、上記(2)の理由により、整流器82と流量検出用チップ30との位置関係が流量特性に大きい影響を及ぼすため、整流器82および流量検出用チップ30の取付については、高い取付精度が要求され、この取付精度を確保するのに困難を伴う。

【0023】(4) センシング部のサイズが小さくかつ応答性が良好であるため、流量検出用チップ30の表面に形成される、吸気の小さな乱れに対しても応答し、出力変動が大きくなる。

50 【0024】請求項1の発明は同一の半導体基板上に形成された温度検出素子および複数の発熱素子の平均温度の差が略一定なるようにし、空気の流速検出範囲の拡大を図って、平均化した流量信号を出力できる流量検出

5

装置を得ることを目的とする。

【0025】請求項2の発明はエッチングにより半導体基板に凹部を形成することで、簡単に上記発熱素子と半導体基板との間に熱絶縁部を形成できる流量検出装置を得ることを目的とする。

【0026】請求項3の発明はエッチングにより発熱素子および半導体素子間の犠牲層を除去して空隙部を形成することで、簡単に発熱素子と半導体基板との間に熱絶縁部を形成できる流量検出装置を得ることを目的とする。

【0027】請求項4の発明は各発熱素子どうしの熱的影響を回避し、平均的な熱伝達率に応じた流量信号を得ることができる流量検出装置を得ることを目的とする。

【0028】請求項5の発明は発熱素子および温度検出素子をそれぞれ複数設けて、これらを直列接続または並列接続し、これらの各発熱素子および温度検出素子をブリッジ回路の一辺として、平均化した空気流量測定値を得ることができる流量検出装置を得ることを目的とする。

【0029】請求項6の発明は複数の定温度制御回路を用いてさらに精度の高い流量検出を行える流量検出装置を得ることを目的とする。

【0030】請求項7の発明は各定温度制御回路の出力およびこの出力の加算平均値から簡単な演算によって、各定温度制御回路の出力流量特性が大きく変化した場合にも流量特性を小さく抑えることができる流量検出装置を得ることを目的とする。

【0031】請求項8の発明は定温度制御回路の出力から得た流量およびこの流量の加算平均値から演算によって、出力流量特性の変化に対しても、略一定の流量信号を出力できる流量検出装置を得ることを目的とする。

【0032】請求項9の発明は流量検出用チップ上に発熱素子、温度検出素子および定温度制御回路を一体に形成して、構成のコンパクト化と組み付け工程の容易化を図ることができる流量検出装置を得ることを目的とする。

【0033】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る流量検出装置は、半導体基板上に熱絶縁部を介して導電材料層からなる架橋構造の発熱素子および温度検出素子を備え、少なくとも上記発熱素子を、上記半導体基板上に一定間隔を離して複数個並設したものである。

【0034】請求項2の発明に係る流量検出装置は、熱絶縁部を、半導体基板上に上記架橋構造とともにエッチング形成された凹部としたものである。

【0035】請求項3の発明に係る流量検出装置は、熱絶縁部を、半導体基板とこれの上に形成された導電材料層との間の犠牲層をエッチングにより除去して形成した空隙としたものである。

【0036】請求項4の発明に係る流量検出装置は、複

6

数の発熱素子のそれぞれを空気の流れ方向に対して重ならないように配置したものである。

【0037】請求項5の発明に係る流量検出装置は、複数個の発熱素子および温度検出素子の各合成抵抗値が略一定となるように制御する定温度制御回路を設けたものである。

【0038】請求項6の発明に係る流量検出装置は、定温度制御回路を複数設け、これらの各出力を加算平均して流量信号としたものである。

10 【0039】請求項7の発明に係る流量検出装置は、複数の定温度制御回路の各出力と該各出力の加算平均値との偏差を求め、該各偏差の上記加算平均値に対する割合が設定値を超えたとき、上記出力を除外した後の加算平均値を流量信号とする演算手段を設けたものである。

【0040】請求項8の発明に係る流量検出装置は、複数の定温度制御回路の各出力から流量変換した各流量値と該各流量値の加算平均値との偏差を求め、該偏差の上記加算平均値に対する割合が設定値を超えたとき、上記流量値を除外した後の加算平均値を流量信号とする演算手段を設けたものである。

20 【0041】請求項9の発明に係る流量検出装置は、定温度制御回路を発熱素子および温度検出素子とともに流量検出用チップ上に設けたものである。

【0042】

【作用】請求項1の発明における流量検出装置は、同一の半導体基板上に複数個の発熱素子を並設することで、空気の流速検出領域を拡大し、これらの各平均温度の差を略一定として、エンジンの吸気系などに入る空気の平均的な流量を検出可能にする。

30 【0043】請求項2の発明における流量検出装置は、半導体基板上にエッチング形成した凹部を熱絶縁部として、これを介して上記半導体基板と架橋構成の発熱素子とを熱絶縁する。

【0044】請求項3の発明における流量検出装置は、導電材料層下部の犠牲層をエッチングすることで、その導電材料層の下部に空隙を形成し、半導体基板に対し発熱素子をその空隙によって熱絶縁する。

40 【0045】請求項4の発明における流量検出装置は、複数の発熱素子のそれぞれが上流から流れる空気熱の影響を受けるのを回避して、各発熱素子の温度管理を高精度に行えるようにする。

【0046】請求項5の発明における流量検出装置は、複数の温度検出素子および発熱素子をブリッジ回路上の一辺として、所期の定温度制御を高精度かつ容易に実施可能にする。

【0047】請求項6の発明における流量検出装置は、複数の定温度制御回路で得られた出力の加算平均値を流量信号として出力可能にし、一部の定温度制御回路の出力が変動しても、流量信号への影響を小さくする。

50 【0048】請求項7の発明における流量検出装置は、

複数の定温度制御回路で得られた出力とこの出力の加算平均値との偏差を求めて、この偏差の上記加算平均値に対する割合が一定値を超えた場合には、上記出力を除いてN回積算を行い、その積算量を積算回数で除して新たに平均流量を演算により求める。

【0049】請求項8の発明における流量検出装置は、複数の定温度制御回路で得られた流量とこの流量の加算平均値との偏差を求めて、この偏差の上記加算平均値に対する割合が一定値を超えた場合には、上記流量を除いてN回積算を行い、その積算量を積算回数で除して新たに平均流量を演算により求める。

【0050】請求項9の発明における流量検出装置は、定温度制御回路を発熱素子および温度検出素子とともに流量検出用チップ上に設けて、これらの構成のコンパクト化および組み付け工程数の削減およびローコスト化を実現する。

【0051】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1において、30は流量検出用チップで、これが半導体基板10上に架橋構造よりなる発熱素子としての発熱抵抗40a~40dおよび吸気温度検出素子としての温度検出用抵抗41a~41dが適当な間隔を保って並べたものからなり、各架橋構造の下は、従来と同じく、エッチングにより形成した凹部20に対し半導体基板10と熱的に絶縁された構造となっている。

【0052】また、上記凹部20の縦横サイズは例えば300μm~700μmであり、個々の凹部間ピッチは0.6~1.5mmに設定され、上記発熱抵抗40a~40dおよび温度検出素子41a~41dは同一構造、同一抵抗特性を有し、リード部19により集積回路70に接続されている。この集積回路70は定温度制御回路Kを有する。

【0053】さらに、流量検出用チップ30の一方端には電極31が形成され、これがパッド36およびボンディングワイヤを介して各一のインナーリード32にそれぞれ接続されている。このインナーリード32およびアウターリード35は樹脂モールド34内に一体形成され、このアウターリード35はさらに図示しない外部電極端子に接続される。

【0054】なお、流量検出用チップ30は樹脂モールド34に固定され、集積回路70および電極31の部分は流体に曝されないようにパッケージングされている。流量検出用チップ30は左右の端面が空気の流れ方向に対して垂直となるように、かつ表面が流れ方向に対して概ね平行になるように流体通路の中央部に設置されている。

【0055】図2および図3は上記発熱抵抗40a~40dの1つを示す平面図および断面図であり、10は半導体基板、12は半導体基板10上に形成されたSi、

N₄またはSiO₂からなる誘電体層で、この誘電体層12上にPt、Ni、パーマロイ等からなる導電材料層11をスパッタまたは真空蒸着等により、発熱部16の抵抗値を所定値にするよう所定部分がパターンニングされている。

【0056】また、18は上記誘電体層12と同様な材料からなる他の誘電体であり、エッチングホールとなる部分の誘電体層12および誘電体層18を除去し、KOH、TMAH等のエッチャントを用いて表面よりエッチングすることで、凹部20が形成されている。

【0057】また、導電材料層11両端のコンタクト部25は各リード部19との接続部となる。誘電体層12、導電材料層11、および誘電体層18よりなる発熱部16は、厚さが1μm~3μm、幅が30μm~200μmで、4本の支持梁17により、凹部20を介して半導体基板10から浮いた架橋構造となっている。

【0058】次に上記発熱抵抗およびこれと同様の構成を持った温度検出素子を備えた定温度制御回路Kについて、図4、図5を用いて説明する。同図において、40a~40dは発熱素子としての発熱抵抗、41a~41dは温度検出素子としての温度検出用抵抗であり、これらはいずれも抵抗が温度によって変化する感温抵抗からなり、図4に示すように、これらは互いに並列接続され、または図4に示すように互いに直列に接続されている。

【0059】43、44は発熱抵抗40a~40dの両端に接続された分圧回路の固定抵抗で、この分圧回路の出力が増幅器50の非反転入力端子に接続されている。この増幅器50はボルテージフォロアを構成し、増幅器50の出力側は温度検出抵抗41a~41dおよび固定抵抗45、46に直列に接続されている。

【0060】また、上記発熱抵抗40a~40dおよび固定抵抗42の接続点および固定抵抗45、46の接続点は増幅器51の各一の入力とされ、この増幅器51の出力はトランジスタ52を介して発熱抵抗40a~40dに帰還される構成となっている。

【0061】さらに、固定抵抗43、44は発熱抵抗に比べ十分大きい抵抗値になるように設定され、発熱抵抗40a~40dと温度検出用抵抗41a~41dはほぼ同じ抵抗値に設定する。

【0062】そして、上記増幅器50が理想的な特性を有しており、かつ以上述べたブリッジ構成の定温度制御回路Kが平衡状態にある時、 $R_{40} = (R_{41} + R_{45}) (1 + R_{43}/R_{44}) R_{42}/R_{46}$ 式が成立する。

【0063】ここで、Rは抵抗値を示し、添字は図示した符号の抵抗に対応する。またR₄₀は発熱抵抗40a~40dの合成抵抗値を示し、R₄₁は温度検出用抵抗41a~41dの合成抵抗値を示す。

【0064】また、発熱抵抗40a~40dの合成抵抗値R₄₀を温度検出用抵抗41a~41dの合成抵抗値R

9

41より大きい抵抗値になるように、R42、R43、R44、R46の各抵抗値を設定することにより、発熱抵抗40a~40dはトランジスタ52から供給される加熱電流により発熱し、温度検出用抵抗41a~41dより一定温度高い温度に保持される。

【0065】この時、発熱抵抗40a~40dの消費電力が流速の関数となることを利用して流量を検出する。加熱電流に比例する抵抗42の両端電圧が定温度制御回路Kの出力62であり、かつ流量信号となる。

【0066】なお、R43>R44、R46>R42となるよう各抵抗値を設定することで、温度検出用抵抗41a~41dにおける消費電力は発熱抵抗における消費電力より十分小さくすることができ、温度検出用抵抗41a~41dにおける自己発熱は無視できる。

【0067】図4、図5では発熱抵抗40a~40dおよび温度検出用抵抗41a~41dを4個としたものを示したが、これに限定されるものではない。また発熱抵抗40a~40dおよび温度検出用抵抗41a~41dとして金属抵抗を用いたが、ポリ・シリコン或いは単結晶シリコンからなる抵抗、トランジスタおよびダイオードなど、温度により電気的特性の変化するその他の素子を用いても、同様な効果が得られる。

【0068】上記のように構成された半導体式流量検出装置においては、流量検出用チップ30に、半導体基板10と熱絶縁された形態で、かつ複数個の架橋構造からなる発熱抵抗40a~40dの合成抵抗値R40を一定になるように制御する定温度制御回路Kを持った集積回路70を設けている。したがって、発熱抵抗が1個で定温度制御回路Kを構成していた従来の流量検出装置に比べて流速検出範囲が拡大され、かつ平均化された流量信号が得られる。

【0069】なお、従来の流量検出装置の発熱素子サイズを数mmオーダまで大きくしても同様な効果が得られるが、架橋部の厚さが数μm程度であるため、機械的強度を考慮すると不可能である。また、架橋部を構成する誘電膜等は通常CVD、スパッタ等の薄膜形成装置で作成するため、数十μm程度まで厚膜化するのも困難である。

【0070】実施例2。図6はこの発明の他の実施例を示す。この実施例では架橋構造を形成する各凹部20に発熱抵抗40a~40dと発熱温度を検出する温度検出用抵抗53a~53dを近接して形成して、流量検出用チップ30を構成している。

【0071】この流量検出用チップ30は長手方向の端面が流れ方向に対してほぼ垂直になるように配置され、チップ上流側に感温抵抗よりなる温度検出用抵抗54a~54dが形成されている。また、下流側に同様な特性を有する温度検出用抵抗53a~53dおよび発熱抵抗40a~40dが凹部20上に架橋構造で形成されている。

10

【0072】また、これらの各抵抗54a~54d、53a~53d、40a~40dは複数個の抵抗がそれぞれ直列に接続され、発熱抵抗40a~40dおよび温度検出用抵抗53a~53dは空気の流れ方向に略同一距離だけずれるように、千鳥状に並んで配置されている。

【0073】なお、架橋構造からなる発熱部である発熱抵抗40a~40dおよび温度検出用抵抗53a~53dと半導体基板10とは凹部20により熱絶縁されているため、その発熱部の温度が空気温度より200℃高い時でも半導体基板10は数℃程度であるため、吸気温度検出用の温度検出用抵抗54a~54dを半導体基板10上に直接形成しても問題はない。

【0074】図7は上記発熱抵抗40a~40dの合成抵抗値を一定値にするように制御する定温度制御回路を示し、61は電源電圧、56は抵抗、55はツェナーダイオードで、これらは定電圧電源を構成し、この定電圧電源に固定抵抗42、44、46および温度検出用抵抗53a~53d、54a~54dから構成したホイーストブリッジ回路が接続されている。

【0075】また、50はホイーストブリッジ回路の中位電圧を入力とする増幅器で、この増幅器50の出力がトランジスタ52のベースに接続され、トランジスタ52のコレクタは発熱抵抗40a~40dに接続されている。

【0076】これらの発熱抵抗40a~40dは例えばNi-Cr合金等から形成され、温度検出用抵抗53a~53d、54a~54dはPt、Niの他ポリ・シリコンパーマロイ等から形成され、ほぼ同じ抵抗値に設定されている。また、上記増幅器50は理想的な特性を有しており、かつ以上述べた定温度制御回路が平衡状態にある時、 $R53 = (R54 + R44) R42 / R46$ の式が成立する。

【0077】ここで、Rは抵抗値を示し、添字は図示した符号の抵抗に対応する。また、R53は温度検出用抵抗53a~53dの合成抵抗値、R54は温度検出用抵抗54a~54dの合成抵抗値である。ここで、R53をR54より大きい抵抗値になるようにR42、R44、R46の各抵抗値を設定することにより、発熱抵抗40a~40dはトランジスタ52から供給される加熱電流により発熱され、温度検出用抵抗54a~54dより温度検出用抵抗53a~53dが一定温度高い温度に保持される。

【0078】この時、発熱抵抗40の消費電力が流速の関数となることから出力信号62を測定することにより流量を検出する。

【0079】上記のように構成された半導体式の流量検出装置においては、実施例1と同様に発熱抵抗を1個で定温度制御回路を構成していた従来の流量検出装置に比べて流速検出範囲が拡大され、かつ平均化された流量信号が得られる。

【0080】また、架橋構造よりなる発熱部を千鳥状に

半導体基板上に配置したことにより、2次元的な流速分布に対しても平均化された流量信号が得られる。なお、図7では温度検出用抵抗53a~53d、54a~54dおよび発熱抵抗40a~40dをそれぞれ直列に接続した例を示しているが、並列接続でも同様な効果を奏する。

【0081】実施例3. 図8および図9は架橋構造からなる発熱抵抗または温度検出用抵抗の他の実施形態を示すもので、図8が発熱抵抗40a~40dの斜視図、図9が発熱抵抗40a~40dの断面図を示す。この発熱抵抗40a~40dは表面に誘電体膜12を有する半導体基板10上に、両端が固定され、かつ絶縁層13で被覆された導電材料層11が架橋構造として形成される。

【0082】導電材料層11はコンタクト部25においてリード部19と電気的に接続されており、さらにリード部19表面は保護膜としての第2誘電膜18で被われている。空隙21は例えばポリ・シリコンからなる犠牲層を形成した後に、KOH、TMAH等によるウエットエッチングにより除去して形成される。

【0083】発熱部16は半導体基板10および誘電体層12と数μmの空隙21を介して離れることとなり、発熱部16から半導体基板10への伝熱量を低減できる。

【0084】図10は図8に示すような架橋構造からなる発熱抵抗40a~40dを半導体基板10上に複数個形成した流量検出用チップ30の平面図を示す。また、温度検出用抵抗41a~41dも発熱抵抗40a~40dと同様な架橋構造を形成し、発熱抵抗40a~40dから空気中へ伝熱した熱流の影響を受けない位置に形成している。

【0085】発熱抵抗40a~40dは互いに上流側からの熱影響を受けないようにシフトして、かつチップの前縁から後縁にかけて流れ方向に適当な距離を保って配置されている。

【0086】発熱抵抗40a~40dから空気中への熱伝達率はチップ前縁部付近が最も大きく、後縁にかけて急激に減少する特性を示す。よって流量検出用チップ30上に2次元的に発熱抵抗40a~40dを配置することにより、平均的な熱伝達率に応じた流量信号が得られる。

【0087】実施例4. 図11は流量検出装置の定温度制御回路63a~63dを含む信号処理回路を示す。実施例1, 2, 3の流量検出装置は1個の定温度制御回路Kから構成したものを示したが、この実施例の流量検出装置では、図11に示すように、複数個の定温度制御回路63a~63dおよび定温度制御回路63a~63dの出力信号62a~62dを加算する加算器B、および反転増幅回路Cから構成されている。

【0088】なお、定温度制御回路63a~63dの出力段には増幅器67からなるボルテージフォロアが構成

され、加算器Bへの入力電流を供給している。また、流量信号68と各定温度制御回路63a~63dの出力電圧62a~62dの関係は、 $V68 = (R76/R78) \{ V59 + (R75 \cdot V a / R71) + (R75 \cdot V b / R72) + (R75 \cdot V c / R73) + (R75 \cdot V d / R74) \}$ で表される。

【0089】ここで、V68は流量信号68の電圧、V59は定電圧信号59の電圧、Va, Vb, Vc, Vdはそれぞれ定温度制御回路63a~63dの出力信号62a, 62b, 62c, 62dの電圧を示す。またRは抵抗値を示し、添字は図示した符号の抵抗に対応する。

【0090】なお、図示していないが、それぞれの定温度制御回路63b~63dにも定温度制御回路63aと同様に、発熱抵抗40b, 40c, 40dおよび温度検出用抵抗41b, 41c, 41dが設けられている。図1, 図6および図10に示すように流量検出用チップ30上に適当な距離をおいて、発熱抵抗40a~40dおよび温度検出用抵抗41a~41dを配置している。

【0091】したがって、各定温度制御回路63a~63dの出力電圧を加算することで、流量検出用チップ30上の平均流速値が得られるため、多少の流速分布の変化に対しても影響を受けにくい流量信号68が得られる。

【0092】実施例5. 図12はこの発明の他の実施例を示す。この実施例の流量検出装置は定温度制御回路63a~63dと、これらの出力信号62a~62dを切り換えてA/D変換器65に接続するマルチプレクサ64と、あらかじめ定義した流量と出力信号の関係から流量を求めるマイクロプロセッサ66とから構成される。

【0093】これらの各回路は流量検出用チップ30と同一の半導体基板10上または電子回路基板上に、周囲外気とは接しないようにシールされている。なお、実施例4と同様に定温度制御回路を構成する発熱抵抗40a~40dおよび温度検出用抵抗41a~41dは流量検出用チップ30上に適当な距離をおいて形成されている。

【0094】図13に上記マイクロプロセッサ66での処理に関するフローチャートを示す。各定温度制御回路63a~63dの出力信号62a~62dのA/D変換後のデータをそれぞれX1, X2, X3, X4とし、また、予めマイクロプロセッサ66内部のROMに入力された出力信号と流量の関係から得た流量の値をそれぞれQ1, Q2, Q3, Q4と定義する。そして、Nは定温度制御回路63a~63dの個数を示し、図12の場合N=4である。

【0095】まず、4個の上記出力信号X1~X4を流量Q1~Q4に変換する(ステップST1)。その後、流量Q1, Q2, Q3, Q4の加算平均値Qmを求める(ステップST2)。

【0096】次に上記加算平均値Qmと個々の流量信号

13

Qiとを比較するにあたり、初期値の設定を行う。まず、個々の流量信号Qiのカウント値iと一定の条件を満足する流量信号のカウント値Cntをクリアする(ステップST3)。

【0097】また、加算平均値Qmと各流量Q1～Q4の絶対偏差の加算平均値Qmまたは流量Q1～Q4に対する割合が一定値A(例えば0.2)を越えるような場合は(ステップST4)、その流量値を除いて、個々の流量信号Qiのカウント値iをインクリメントし(ステップST6)、続いてN回積算し(ステップST7)、積算量を積算回数で除して新たに平均流量を求める(ステップST8)。

【0098】一方、ステップST4にて条件を満足する場合には、流量加算値Qnに流量信号Qiを加算し、かつ上記カウント値Cntを1増加させる(ステップST5)。また、ステップST4にて条件を満足しない場合には、このステップST5の処理は実行しない。

【0099】以上のようにして、偏差の大きい出力信号を平均化データから除くことにより、信頼度の高い流量信号が得られる。例えば、複数個の発熱抵抗の内、一部の発熱抵抗にパーティクル等が付着し、その発熱抵抗を有する定温度制御回路63a～63dの出力流量特性が大きく変化した場合でも、上記構成からなる流量検出装置では流量特性変化を小さく抑えることができる。

【0100】なお、上記実施例では定温度制御回路63a～63dの出力Xiを流量Qiに変換後、平均化して偏差を導いたが、XiとQiの関係が同一ならば出力Xiの平均値Xmと各出力Xiの偏差を求めて偏差の平均値Xmに対する割合が一定値を越えるような場合は、その出力Xiを平均化データから除いて新たにXmを算出し、その後流量変換しても同様な効果が得られる。

【0101】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明によれば、半導体基板上に熱絶縁部を介して導電材料層からなる架橋構造の発熱素子および温度検出素子を備え、少なくとも上記発熱素子を、上記半導体基板上に一定間隔を離して複数個並設するように構成したので、同一の半導体基板上に形成された温度検出素子および複数個の発熱素子の平均温度の差が略一定なり、空気の流速検出範囲の拡大が図られて、平均化した流量信号を出力できるものが得られる効果がある。

【0102】請求項2の発明によれば、熱絶縁部を、半導体基板上に上記架橋構造とともにエッチング形成された凹部とするように構成したので、簡単に上記発熱素子と半導体基板との間に熱絶縁部を形成できるものが得られる効果がある。

【0103】請求項3の発明によれば、熱絶縁部を、半導体基板とこれの上に形成された導電材料層との間の犠牲層をエッチングにより除去して形成した空隙とするように構成したので、簡単に発熱素子と半導体基板との間

14

に熱絶縁部を形成できるものが得られる効果がある。

【0104】請求項4の発明によれば、複数の発熱素子のそれぞれを空気の流れ方向に対して重ならないように配置するように構成したので、各発熱素子どうしの熱的影響を回避でき、平均的な熱伝達率に応じた流量信号を得ることができるものが得られる効果がある。

【0105】請求項5の発明によれば、複数個の発熱素子および温度検出素子の各合成抵抗値が略一定となるように制御する定温度制御回路を設けたので、発熱素子および温度検出素子をそれぞれ複数設けて、これらを直列接続または並列接続し、これらの各熱素子および温度検出素子をブリッジ回路の一辺として、平均化した空気流量測定値を得ることができるものが得られる効果がある。

【0106】請求項6の発明によれば、定温度制御回路を複数設け、これらの各出力を加算平均して流量信号とするように構成したので、複数の定温度制御回路を用いてさらに精度の高い流量検出を行えるものが得られる効果がある。

【0107】請求項7の発明によれば、複数の定温度制御回路の各出力と該各出力の加算平均値との偏差を求め、該各偏差の上記加算平均値に対する割合が設定値を超えたとき、上記出力を除外した後の加算平均値を流量信号とする演算手段を設けるように構成したので、各定温度制御回路の出力およびこの出力の加算平均値から簡単な演算によって、各定温度制御回路の出力流量特性が大きく変化した場合にも流量特性を小さく抑えることができるものが得られる効果がある。

【0108】請求項8の発明によれば、複数の定温度制御回路の各出力から流量変換した各流量値と該各流量値の加算平均値との偏差を求め、該偏差の上記加算平均値に対する割合が設定値を超えたとき、上記流量値を除外した後の加算平均値を流量信号とする演算手段を設けるように構成したので、定温度制御回路の出力から得た流量およびこの流量の加算平均値から演算によって、出力流量特性の変化に対しても、略一定の流量信号を出力できるものが得られる効果がある。

【0109】請求項9の発明によれば、定温度制御回路を発熱素子および温度検出素子とともに流量検出用チップ上に設けるように構成したので、流量検出用チップ上に発熱素子、温度検出素子および定温度制御回路を一体化でき、構成のコンパクト化と組み付け工程の容易化を図ることができるものが得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例による流量検出装置を示す平面図である。

【図2】 この発明における発熱素子の取付構造を示す平面図である。

【図3】 図2におけるX-X線断面図である。

【図4】 この発明の流量検出装置の定温度制御回路を

15

示す回路図である。

【図 5】 この発明の流量検出装置の他の定温度制御回路を示す回路図である。

【図 6】 この発明における他の流量検出装置を示す平面図である。

【図 7】 この発明の流量検出装置のさらに他の定温度制御回路を示す回路図である。

【図 8】 この発明における他の発熱素子を示す斜視図である。

【図 9】 図 8 における発熱素子を詳細に示す断面図である。

【図 10】 この発明のまた他の流量検出装置を示す平面図である。

【図 11】 この発明の他の実施例による流量検出装置を示す回路図である。

【図 12】 この発明のまた他の実施例による流量検出

16

装置を示す回路図である。

【図 13】 図 12 における流量検出装置のデータ処理手順を示すフローチャート図である。

【図 14】 この発明および従来の流量検出装置を搭載した自動車の吸気系を示すレイアウト図である。

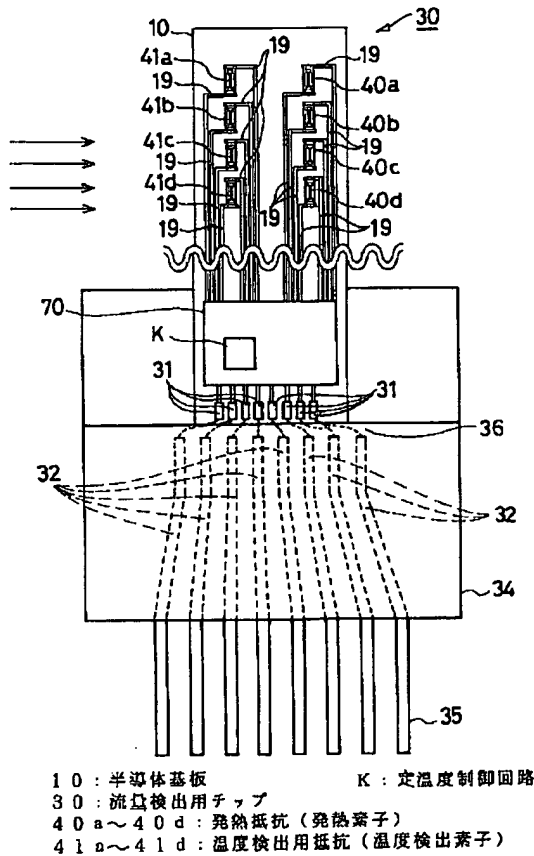
【図 15】 従来の流量検出用チップを示す断面図である。

【図 16】 図 15 における流量検出用チップの平面図である。

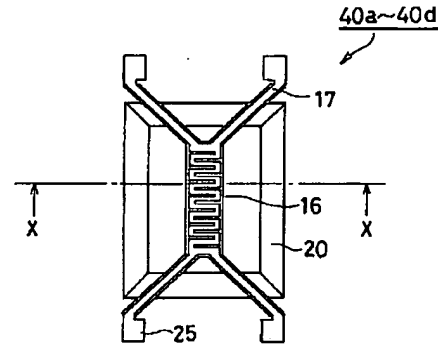
【符号の説明】

10 半導体基板、11 導電材料層、20 凹部、21 空隙、30 流量検出用チップ、40a~40d 発熱抵抗、41a~41d 温度検出用抵抗、53a~53d 温度検出用抵抗、63a~63d 定温度制御回路、66 マイクロプロセッサ。

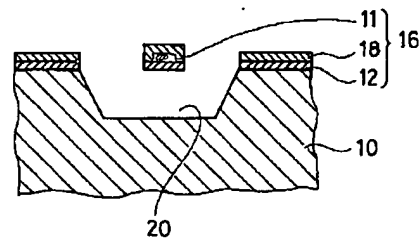
【図 1】



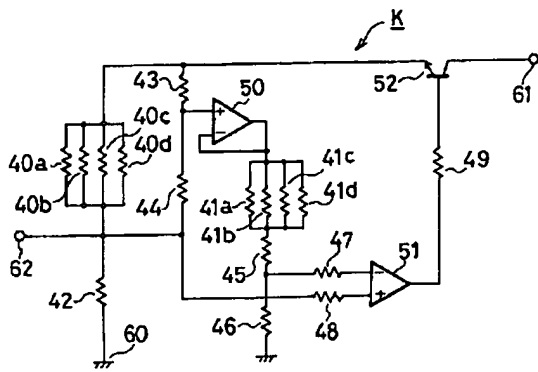
【図 2】



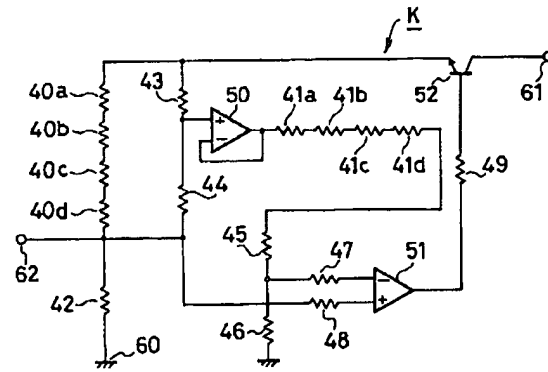
【図 3】



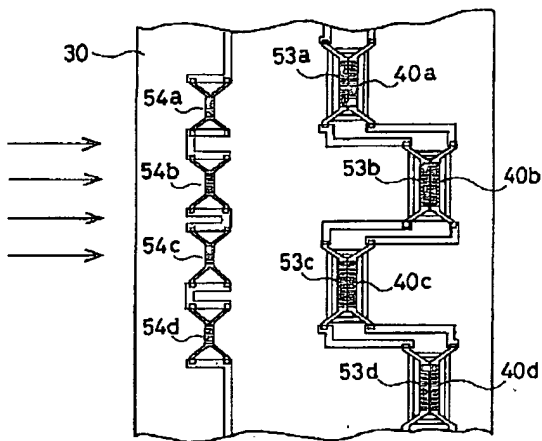
【図 4】



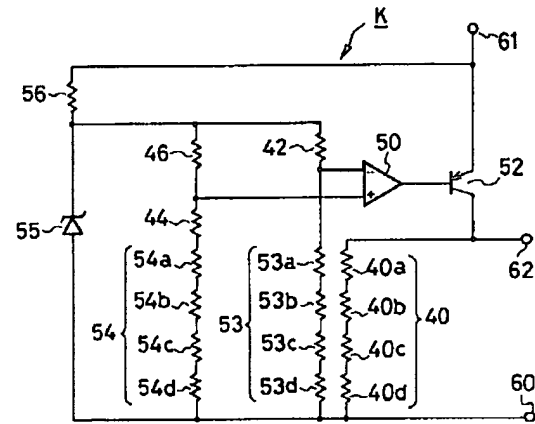
【図 5】



【図 6】

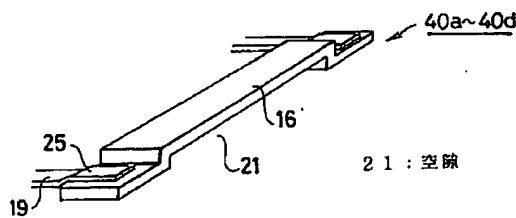


【図 7】

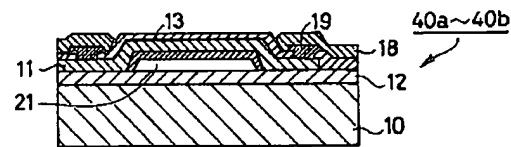


53a~53d: 温度検出用抵抗 (温度検出素子)

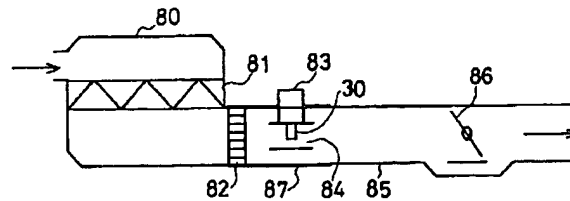
【図 8】



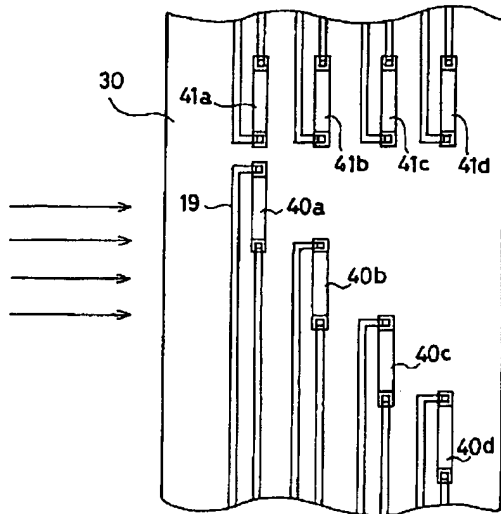
【図 9】



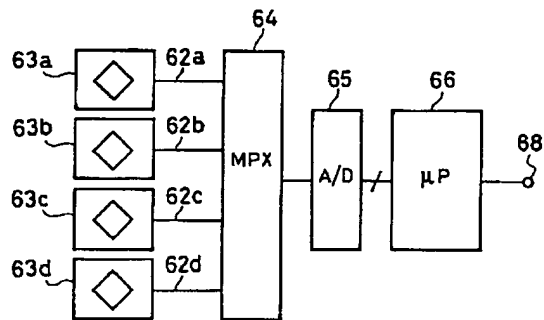
【図 14】



【図10】

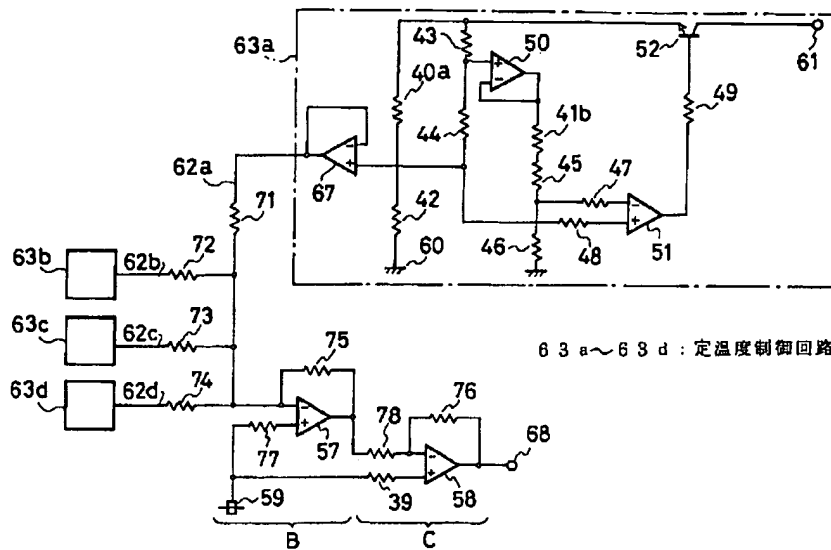


【図12】



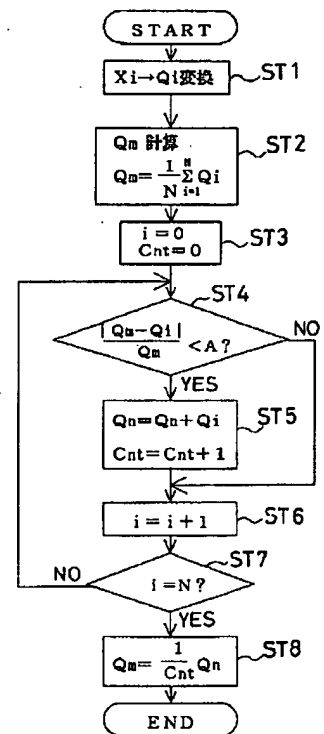
66: マイクロプロセッサ (演算手段)

【図11】

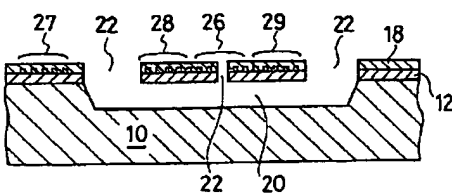


63a~63d: 定温度制御回路

【図13】



【図15】



【図16】

